

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PAT-NO: JP409178561A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09178561 A
TITLE: SIMULATION SYSTEM FOR COLORATION
PUBN-DATE: July 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KOMATSUBARA, HITOSHI
NISHIMOTO, SATORU
TSUKAHARA, SACHIYO
MASUDA, YUTAKA
HASEGAWA, KEIJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NIPPON SHIKISAI KENKYUSHO
KANSAI PAINT CO LTD

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP07340926

APPL-DATE: December 27, 1995

INT-CL (IPC): G01J003/46, G06F017/00 , G06T005/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To represent an actual color under different illumination lights.

SOLUTION: A spectral reflectance estimation means estimates the spectral reflectance of an object from a main component extracted by main component analysis from a spectral reflectance data of standard color chart and three stimulus values of object. A three stimulus value

calculation means determines
the three stimulus values of object under an arbitrary
illumination conditions,
based on the estimates spectral reflectance and arbitrary
illumination
conditions. A corresponding color predicting means
predicts a corresponding
color under standard light which appears similarly to the
color under arbitrary
illumination conditions from three stimulus values
according to a color
adaptation predictive formula.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-178561

(43) 公開日 平成9年(1997)7月11日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 J	3/46		G 0 1 J 3/46	Z
G 0 6 F	17/00		G 0 6 F 15/20	D
G 0 6 T	5/00		15/68	3 1 0 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-340926

(22) 出願日 平成7年(1995)12月27日

(71) 出願人 394019141

財団法人日本色彩研究所
東京都港区西麻布三丁目1番19号

(71) 出願人 000001409

関西ペイント株式会社
兵庫県尼崎市神崎町33番1号

(72) 発明者 小松原 仁

東京都港区西麻布三丁目1番19号 財団法人日本色彩研究所内

(72) 発明者 西本 悟

神奈川県平塚市東八幡四丁目17番1号 関西ペイント株式会社内

(74) 代理人 弁理士 樺澤 襄 (外2名)

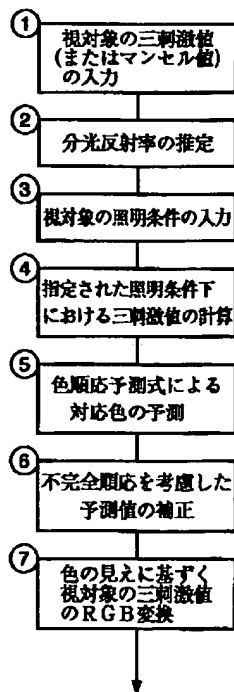
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色の見え方のシミュレーションシステム

(57) 【要約】

【課題】 異なった任意の照明光の下での色の見え方を実際の見え方と同様に十分に表現する。

【解決手段】 分光反射率推定手段により、標準色票の分光反射率データから主成分分析法によって抽出される主成分と視対象の三刺激値とから視対象の分光反射率を推定する。三刺激値計算手段により、推定された分光反射率と任意の照明条件とから任意の照明条件下での視対象の三刺激値を求める。対応色予測手段により、求められた三刺激値から色順応予測式によって任意の照明条件下における色の見えと同じ見えとなる標準の光の下における対応色を予測する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 標準色票の分光反射率データから主成分分析法によって抽出される主成分と視対象の三刺激値とから視対象の分光反射率を推定する分光反射率推定手段と、

推定された分光反射率と任意の照明条件とから任意の照明条件下での視対象の三刺激値を求める三刺激値計算手段と、

求められた三刺激値から色順応予測式によって任意の照明条件下における色の見えと同じ見えとなる標準の光の下における対応色を予測する対応色予測手段とを具備していることを特徴とする色の見え方のシミュレーションシステム。

【請求項2】 対応色予測手段によって予測された対応色を視対象の照度に応じて補正する対応色補正手段を具備していることを特徴とする請求項1記載の色の見え方のシミュレーションシステム。

【請求項3】 任意の照明条件を選択可能とする複数の照明光の照明条件データを蓄積したデータベース手段を具備していることを特徴とする請求項1または2記載の色の見え方のシミュレーションシステム。

【請求項4】 対応色の三刺激値からRGB値に変換するRGB変換手段を具備していることを特徴とする請求項1ないし3いずれか記載の色の見え方のシミュレーションシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、照明光の変化によって生じる色の見え方の変化を予測してシミュレーションする色の見え方のシミュレーションシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 コンピュータグラフィックスによるカラーディスプレイを用いた色彩設計などにおいては、各種デザインなどの様々な分野において、視覚的な色彩検討に用いられている。

【0003】 従来、カラーディスプレイに色表示する場合、視対象の三刺激値を入力することにより、三刺激値をカラーディスプレイのRGB値に変換し、視対象の色表示を行なうようにしている。

【0004】 また、異なった照明光で照明される視対象の色表示計算でも、三刺激値からカラーディスプレイのRGB値を求めて色表示を行なうことになる。しかし、実際には、照明光および視対象のRGBを予め求めておき、その照明光と視対象のRGBの積から色表示を行なっている。この理由は、計算処理時間の短縮ということもあるが、視対象の分光反射率が未知で三刺激値だけが与えられている場合があるためである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、実際の色の

見え方では、同じ相対分光放射輝度分布を有する照明光で視対象を照明した場合、照度が高い場合のほうが色鮮やかに見えるということが知られている。また、昼光のように時間や天候によって変化している照明光で照明されている視対象の見えは、照明光の相対分光放射輝度分布の変化の程度ほどには変化しないことも知られている。

【0006】 しかしながら、従来の技術では、異なった照明光で照明される視対象の色表示を行なうとき、視対象の分光反射率が未知の場合には、照明光と視対象のRGBの積から色表示を行なっているため、上述のような色の見え方を十分に表示することができない。すなわち、同じ相対分光放射輝度分布を有する照明光で視対象を照明した場合、照度が高いのに色鮮やかに見えないとか、また、昼光のように時間や天候によって変化している照明光で照明されている視対象の見えは、照明光の相対分光放射輝度分布の変化の程度ほどには変化しないのに、大きく変化してしまうという不具合がある。

【0007】 本発明は、このような点に鑑みなされたもので、異なった任意の照明光の下での色の見え方を実際の見え方と同様に十分に表現することができる色の見え方のシミュレーションシステムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載の色の見え方のシミュレーションシステムは、標準色票の分光反射率データから主成分分析法によって抽出される主成分と視対象の三刺激値とから視対象の分光反射率を推定する分光反射率推定手段と、推定された分光反射率と任意の照明条件とから任意の照明条件下での視対象の三刺激値を求める三刺激値計算手段と、求められた三刺激値から色順応予測式によって任意の照明条件下における色の見えと同じ見えとなる標準の光の下における対応色を予測する対応色予測手段とを具備していることを特徴とする。このように、視対象の分光反射率を推定し、任意の照明条件下での視対象の三刺激値を求めるとともに、求められた三刺激値から色順応予測式によって任意の照明条件下における色の見えと同じ見えとなる標準の光の下における対応色を予測することにより、異なった任意の照明光の下での色の見え方を実際の見え方と同様に十分に表現可能となる。

【0009】 請求項2記載の色の見え方のシミュレーションシステムは、請求項1記載の色の見え方のシミュレーションシステムにおいて、対応色予測手段によって予測された対応色を視対象の照度に応じて補正する対応色補正手段を具備していることを特徴とする。このように、対応色予測手段によって予測された対応色を視対象の照度に応じて補正することにより、例えば日向と日陰などの照度の変化に対応して、色の見え方を実際の見え方と同様に十分に表現可能となる。

【0010】請求項3記載の色の見え方のシミュレーションシステムは、請求項1または2記載の色の見え方のシミュレーションシステムにおいて、任意の照明条件を選択可能とする複数の照明光の照明条件データを蓄積したデータベース手段を具備していることを特徴とする。これにより、データベースから任意の照明条件を選んで設定を行なえる。

【0011】請求項4記載の色の見え方のシミュレーションシステムは、請求項1ないし3いずれか記載の色の見え方のシミュレーションシステムにおいて、対応色の三刺激値からRGB値に変換するRGB変換手段を具備していることを特徴とする。これにより、カラーディスプレイに色の見え方を表示可能となる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の色の見え方のシミュレーションシステムの一実施の形態を図面を参照して説明する。

【0013】図2はシステム全体の構成図を示し、11はコンピュータ装置で、このコンピュータ装置11に、カラーディスプレイ12、カラープリンタ13、入力部14がそれぞれ接続されている。カラーディスプレイ12は、R (RED)、G (GREEN)、B (BLUE) についてそれぞれ256段階で制御し、その組み合わせによる1677万余色の表現力を持つフルカラータイプのCRTが用いられる。入力部14は、キーボード、マウス、デジタイザなどを備えている。

【0014】コンピュータ装置11は、次の機能をソフトウェアとして備えている。標準色票の分光反射率データから主成分分析法によって抽出される主成分と視対象の三刺激値とから視対象の分光反射率を推定する分光反射率推定手段の機能。推定された分光反射率と任意の照明条件とから任意の照明条件下での視対象の三刺激値を求める三刺激値計算手段の機能。求められた三刺激値から色順応予測式によって任意の照明条件下における色の見えと同じ見えとなる標準の光の下における対応色を予測する対応色予測手段の機能。対応色予測手段の機能によって予測された対応色を視対象の照度に応じて補正する*

$$\rho(\lambda) = R_o(\lambda) + \sum k_i R_i(\lambda) \quad (1)$$

ここで、

$\rho(\lambda)$: 色票の分光反射率

$R_o(\lambda)$: 色票データ群の平均分光反射率

$R_i(\lambda)$: 主成分の固有ベクトル

k_i : 色票の三刺激値によって決まる重み係数

式(1)から、色票の三刺激値は次の式(2)で定義される。 ※【0023】

※【数2】

*対応色補正手段の機能。対応色の三刺激値からRGB値に変換するRGB変換手段の機能。任意の照明条件を選択可能とする複数の照明光の照明条件データを蓄積したデータベース手段の機能。

【0015】データベース手段は、次の照明光に関するデータベースが予め作成されている。①CIE昼光、②長岡昼光、③尼崎昼光、④ニューデリー昼光、⑤蛍光灯ランプ(F1~F12)、⑥水銀ランプ、⑦任意光源。

【0016】次に、カラーディスプレイ12に表現しようとする視対象(物体)の色の見え方のシミュレーションについて、図1のフローチャートを参照して説明する。

【0017】まず、入力部14から、視対象の色の三刺激値XYZを入力する(ステップ1)。

【0018】なお、入力方法としては、マンセン値HV/C(色相・明度/彩度)(JISZ8721色の表示方法—三属性による表示に規定されているHV/CとY、xyから図式的に補間変換して求める)でも可能であり、その入力には色相番号(例えば5)、色相記号(例えばR)、明度(例えば5.2)、彩度(例えば14.5)が用いられる。この場合、コンピュータ装置11は、入力されたHV/Cから反射率Yおよび色度xyを求めるとともに、この反射率Yおよび色度xyから三刺激値XYZを求める変換手段の機能を備える。

【0019】次に、視対象の分光反射率を推定する(ステップ2)。

【0020】なお、この視対象の分光反射率を推定する目的は、入力される視対象の三刺激値XYZやマンセン値HV/Cが標準の光C(またはD65)による値であり、その視対象を異なった照明光で照明した場合の三刺激値を求めるために視対象の分光反射率を推定する。

【0021】分光反射率が与えられている色票(例えばJIS標準標準色票)のデータ群に主成分分析を行ない、主要な主成分を抽出する。抽出された主成分を用いると色票の分光反射率は、主成分の線形結合として次の式(1)で定義される。

【0022】

【数1】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \sum k_i \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで、

$$\begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} = \sum S(\lambda) R_0(\lambda) \begin{pmatrix} x(\lambda) \\ y(\lambda) \\ z(\lambda) \end{pmatrix} \Delta\lambda$$

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} = \sum S(\lambda) R_i(\lambda) \begin{pmatrix} x(\lambda) \\ y(\lambda) \\ z(\lambda) \end{pmatrix} \Delta\lambda$$

ただし

$S(\lambda)$: 標準の光Cの相対分光分布の値

$x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$: CIE1931測色標準観測者の値

$\Delta\lambda$: 積和の波長間隔で、原則として5nm

X_0 、 Y_0 、 Z_0 および X_i ($i=1\sim3$)、 Y_i ($i=1\sim3$)、 Z_i ($i=1\sim3$) は主成分分析から得られる。

れる平均分光反射率 $R_0(\lambda)$ および固有ベクトル R_i 20 【0024】

(λ) から計算によって求めることができるので、重み* 【数3】

$$\begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} - M^{-1} \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

ここで、

$$M = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 & X_3 \\ Y_1 & Y_2 & Y_3 \\ Z_1 & Z_2 & Z_3 \end{pmatrix}$$

したがって、視対象の分光反射率が未知でも、視対象の三刺激値XYZまたはHV/Cが与えられている色の分光反射率 $\rho(\lambda)$ は式(1)によって推定することができる。

【0025】なお、JIS準拠標準色票を用いた例としては、「マンセル色票の分光反射率分布の解析」(日本色彩学会誌、Vol.7 No.4 1983 pp167-174)がある。

【0026】次に、視対象の照明条件を入力する(ステップ3)。

【0027】本システムでは、次の照明光に関するデータベースが予め作成されている。①CIE昼光、②長岡昼光、③尼崎昼光、④ニューデリー昼光、⑤蛍光ランプ(F1~F12)、⑥水銀ランプ、⑦任意光源。

【0028】①~④の昼光については、昼光データの種類を選択するとともに色度座標または相関色温度を入力することにより、照明光の相対分光分布 $S_r(\lambda)$ が設定される。⑤蛍光ランプについては、12種類の蛍光ランプの中から選択することにより、既知である相対分光分布 $S_r(\lambda)$ が設定される。⑥水銀ランプの選択によ

※り、既知である相対分光分布 $S_r(\lambda)$ が設定される。

⑦~⑥以外の照明光については、⑦任意光源として、データを作成して照明光の相対分光分布 $S_r(\lambda)$ を直接入力することにより、相対分光分布 $S_r(\lambda)$ が設定される。

【0029】次に、異なった照明下における視対象の色の見えの予測を行なう。この予測では、まず、任意の照明(指定照明)下における三刺激値の計算を行ない(ステップ4)、次に、その求められた三刺激値に基づいて色順応予測式による対応色の予測を行なう(ステップ5)。なお、対応色は標準の光C(またはD65)の下での値であり、指定された照明条件下における色の見えと同じ見えになる標準の光C(またはD65)の下における対応色を予測する。標準の光C(またはD65)の下での見え方と比較して考えるためにこのような処理を行なう。

【0030】指定照明下(色順応予測式における試験照明)における三刺激値は、指定された視対象の照明条件に対応する照明光をデータベースから検索し、その相対

分光分布と合成した分光反射率とから計算する。すなわち、前記式(1)で推定された分光反射率 $\rho'(\lambda)$ と入力設定された照明光の相対分光分布 $S_r(\lambda)$ とから、指定照明下の三刺激値 X_R Y_R Z_R を次の式(4)によ*

$$\begin{pmatrix} X_r \\ Y_r \\ Z_r \end{pmatrix} = \sum S_r(\lambda) \rho'(\lambda) \begin{pmatrix} x(\lambda) \\ y(\lambda) \\ z(\lambda) \end{pmatrix} \Delta\lambda \quad (4)$$

ここで、

X_r 、 Y_r 、 Z_r ：指定照明下（色順応予測式での試験照明）における三刺激値

$\rho'(\lambda)$ ：JIS準拠標準色票の主成分分析の結果を用いて推定した分光反射率

$x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ ：CIE1931視色標準観測者の値

色順応予測式による対応色の予測は、指定照明下の三刺激値 X_R Y_R Z_R および照度値を色順応式のパラメータとして、標準の光Cおよび基準照度1000lxにおける対応色をCIE色順応式によって推定する。

【0032】例えば、視対象の三刺激値 $X=72.76$ 、 $Y=73.37$ 、 $Z=71.11$ とし、試験照明の色度 $x=0.3588$ 、 $y=0.3397$ 、色温度=4415K、照度5000lxとしたとき、試験照明下の三刺激値は、式(4)によって $X_R=79.40$ 、 $Y_R=73.91$ 、 $Z_R=53.40$ と求められ、また、基準照明下（標準の光C、照度1000lx）での対応色の予測は、CIE色順応式によって $X'=148.44$ 、 $Y'=146.01$ 、 $Z'=130.37$ と求められる。

【0033】次に、不完全順応を考慮した対応色の補正を行なう（ステップ6）。

【0034】これは、日向や日陰が同時に観察されるようなことが多い日常シーンでは、日陰のなかに入って順応していても、日向の白色の影響を受けるため日陰の色がより暗く評価される（日向に順応している場合は逆）。このことから、日向と日陰における白の対応色を予測し、日向の場合には日陰の値を、日陰の場合には日向の値を順応下での白として補正する。

【0035】すなわち、日向と日陰が同時に観察される状況における対応色を、実際に観測された知覚色に一致させるようにするため、日向の対応色（ X' 、 Y' 、 Z' ）からCIELAB表色系に変換する際に、日陰の完全拡散面の対応色を白色として用いることによって補正※40

*って求める。

【0031】

【数4】

※する。

【0036】ここで、対応色の補正についての例1を説明する。

【0037】視対象の三刺激値 $X=72.76$ 、 $Y=73.37$ 、 $Z=71.11$ とし、試験照明（日向）の色度 $x=0.3588$ 、 $y=0.3397$ 、色温度=4415K、照度5000lxとし、試験照明（日陰）の色度 $x=0.3266$ 、 $y=0.3205$ 、色温度=5797K、照度8500lxとする。

【0038】視対象の試験照明（日向）の対応色を予測すると、 $X'=148.44$ 、 $Y'=146.01$ 、 $Z'=130.37$ となる。

【0039】完全拡散面の試験照明（日陰）の対応色を予測すると（ただし、色度は試験照明（日向）と同じとして扱う）、 $X_n'=148.44$ 、 $Y_n'=146.01$ 、 $Z_n'=130.37$ となる。

【0040】試験照明（日陰）の照度で補正して、視対象の対応色をCIELAB表色系に変換すると、 $L^*=94.83$ 、 $a^*=5.76$ 、 $b^*=17.07$ となる。

【0041】視対象の実際に観測された知覚色との比較をすると次の表1のようになる。なお、視感による観測はNCS表色系に準拠した主観評価結果を図式変換によってCIELABの値に変換したものである。

【0042】

【表1】

観 測 値	$L^*=95.86$	$a^*=5.40$	$b^*=5.07$	
対応色未補正	$L^*=84.35$	$a^*=5.22$	$b^*=15.46$	$\Delta E^*=14.9$
対応色補正	$L^*=94.83$	$a^*=5.76$	$b^*=17.07$	$\Delta E^*=11.1$

したがって、視対象の実際に観測された知覚色に対して、対応色の補正を行なった場合が、行っていない場合に比べてより近い値になる。

【0043】また、対応色の補正についての例2を説明★50

★する。

【0044】視対象の三刺激値 $X=62.10$ 、 $Y=61.37$ 、 $Z=75.00$ とし、試験照明（日向）の色度 $x=0.3588$ 、 $y=0.3397$ 、色温度=44

15K、照度50000lxとし、試験照明（日陰）の色度 $x=0.3266$ 、 $y=0.3205$ 、色温度=5797K、照度8500lxとする。

【0045】視対象の試験照明（日向）の対応色を予測すると、 $X^*=119.33$ 、 $Y^*=112.64$ 、 $Z^*=143.13$ となる。

【0046】完全拡散面の試験照明（日陰）の対応色を予測すると（ただし、色度は試験照明（日向）と同じとして扱う）、 $X_n^*=164.19$ 、 $Y_n^*=167.42$ 、 $Z_n^*=197.93$ となる。

*10 【表2】

観測値	$L^*=96.06$	$a^*=6.23$	$b^*=1.83$	
対応色未補正	$L^*=76.04$	$a^*=18.34$	$b^*=-3.86$	$\Delta E^*=21.2$
対応色補正	$L^*=85.65$	$a^*=11.42$	$b^*=-4.27$	$\Delta E^*=13.1$

したがって、視対象の実際に観測された知覚色に対して、対応色の補正を行なった場合が、行なっていない場合に比べてより近い値になる。

【0050】次に、色の見えに基づく視対象の三刺激値からRGBへの変換を行なう（ステップ7）。

【0051】標準の光C（またはD65）の色度に一致するようにホワイトバランスを調整したときのカラーディスプレイ12の三原色蛍光体の X_R Y_R Z_R 、 X_G Y_G Z_G 、 X_B Y_B Z_B を分光放射計で測定する。測定した Y^* ※

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_R \\ r_G \\ r_B \end{pmatrix}$$

式(5)で求められた r_R r_G r_B とカラーディスプレイ12の r 特性から、カラーディスプレイ12の発光制御信号RGBを求める。

【0055】以上のように、視対象の分光反射率を推定し、任意の照明条件下での視対象の三刺激値を求めるとともに、求められた三刺激値から色順応予測式によって任意の照明条件下における色の見えと同じ見えとなる標準の光の下における対応色を予測し、予測された対応色を視対象の照度に応じて補正することにより、例えば、同じ相対分光放射輝度分布を有する照明光で視対象を照明した場合には、照度が高い場合のほうが色鮮やかに見えるように表示でき、また、昼光のように時間や天候によって変化している照明光で照明されている場合には、照明光の相対分光放射輝度分布の変化の程度ほどには変化しないように表示でき、したがって、異なった任意の照明光の下での色の見え方を実際の見え方と同様に十分に表現することができる。

【0056】

【発明の効果】請求項1記載の色の見え方のシミュレーションシステムによれば、視対象の分光反射率を推定し、任意の照明条件下での視対象の三刺激値を求めると★50

【0047】試験照明（日陰）の照度で補正して、視対象の対応色をCIE LAB表色系に変換すると、 $L^=85.65$ 、 $a^*=11.42$ 、 $b^*=-4.27$ となる。

【0048】視対象の実際に観測された知覚色との比較をすると次の表2のようになる。なお、視感による観測はNCS表色系に準拠した主観評価結果を図式変換によってCIE LABの値に変換したものである。

【0049】

※ R 、 Y_G 、 Y_B の和が100になるように基準化する。

【0052】カラーディスプレイ12の発光制御信号に対応する発光輝度である r_R 、 r_G 、 r_B を分光放射計で測定し、発光制御信号—発光輝度特性（ r 特性）を求める。

【0053】次の式(5)によって、与えられた三刺激値に対応する r_R 、 r_G 、 r_B を計算によって求める。

【0054】

【数5】

(5)

30★とともに、求められた三刺激値から色順応予測式によって任意の照明条件下における色の見えと同じ見えとなる標準の光の下における対応色を予測することにより、異なった任意の照明光の下での色の見え方を実際の見え方と同様に十分に表現することができる。

【0057】請求項2記載の色の見え方のシミュレーションシステムによれば、請求項1記載の色の見え方のシミュレーションシステムの効果に加えて、対応色予測手段によって予測された対応色を視対象の照度に応じて補正することにより、例えば日向と日陰などの照度の変化に対応して、色の見え方を実際の見え方と同様に十分に表現することができる。

【0058】請求項3記載の色の見え方のシミュレーションシステムによれば、請求項1または2記載の色の見え方のシミュレーションシステムの効果に加えて、任意の照明条件を選択可能とする複数の照明光の照明条件データを蓄積したデータベース手段を具備していることにより、データベースから任意の照明条件を選んで容易に設定を行なえる。

【0059】請求項4記載の色の見え方のシミュレーションシステムによれば、請求項1ないし3いずれか記載

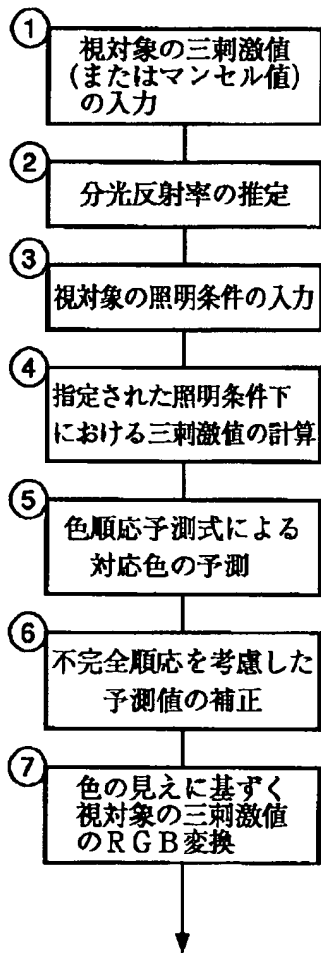
11

の色の見え方のシミュレーションシステムの効果に加えて、対応色の三刺激値からRGB値に変換するRGB変換手段を具備していることにより、カラーディスプレイに色の見え方を表示できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の色の見え方のシミュレーションシステムの一実施の形態を示し、シミュレーション手順を説明

【図1】



12

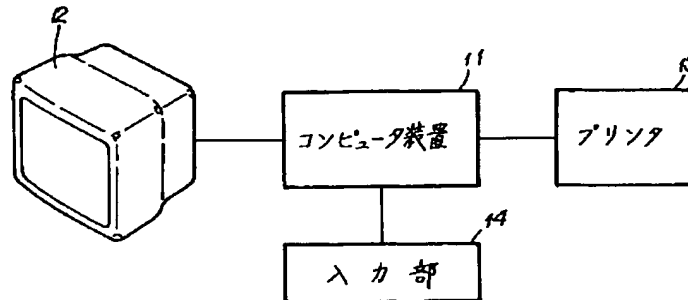
するフローチャートである。

【図2】同上実施の形態のシステム構成を説明する構成図である。

【符号の説明】

11 分光反射率推定手段、三刺激値計算手段、対応色予測手段、対応色補正手段、データベース手段、RGB変換手段の機能を有するコンピュータ装置

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 塚原 幸代
神奈川県平塚市東八幡四丁目17番1号 関
西ペイント株式会社内

(72)発明者 増田 豊
神奈川県平塚市東八幡四丁目17番1号 関
西ペイント株式会社内

(72)発明者 長谷川 啓二
神奈川県平塚市東八幡四丁目17番1号 関
西ペイント株式会社内

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the simulation system of how whose color which predicts and carries out the simulation of the change of how whose color produced by change of lighting light is visible is visible.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the color design using the color display by CG etc., it is used for a visual color examination in various fields, such as various designs.

[0003] Conventionally, tristimulus values are changed into the RGB value of a color display, and it is made to perform the color display of ***** by inputting the tristimulus values of ***** into a color display, when indicating by the color.

[0004] Moreover, color display calculation of ***** illuminated with a different lighting light will also perform a color display in quest of the RGB value of a color display from tristimulus values. However, in fact, lighting light and RGB of ***** are calculated beforehand, and the color display is performed from the product of RGB of the lighting light and ***** . Although this reason may be called shortening of computation time, its spectral reflectance of ***** is strange and it is because only tristimulus values may be given.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, when ***** is illuminated with the lighting light which has the same relative part luminous-radiation luminance distribution, it is known for how whose actual color is visible that the way when an illuminance is high looks vivid. Moreover, it is also known that the vanity of ***** currently illuminated with the lighting light which is changing with time or the weathers like the daylight will not change like the grade of change of the relative part luminous-radiation luminance distribution of lighting light.

[0006] However, in a Prior art, since the color display is performed from the product of RGB of lighting light and ***** when performing the color display of ***** illuminated with a different lighting light, and the spectral reflectance of ***** is strange, how whose above colors are visible cannot fully be displayed. That is, when ***** is illuminated with the lighting light which has the same relative part luminous-radiation luminance distribution, the vanity of ***** currently illuminated with the lighting light which does not look vivid although an illuminance is high, or is changing with time or the weathers like the daylight has the fault of changing to not changing a lot like the grade of change of the relative part luminous-radiation luminance distribution of lighting light.

[0007] this invention was made in view of such a point, and aims at offering the simulation system of how whose color which can fully express how whose color under different arbitrary lighting light is visible like the actual way of being visible is visible.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The simulation system of how whose color according to claim 1 is visible A spectral-reflectance presumption means to presume the spectral reflectance of ***** from the principal component extracted from the spectral-reflectance data of a standard color chart by the principal-component-analysis method, and the tristimulus values of ***** , A tristimulus-values calculation means to calculate the tristimulus values of ***** under arbitrary lighting conditions from the presumed spectral reflectance and arbitrary lighting conditions, It is characterized by providing a correspondence color prediction means to predict the correspondence color under the standard illuminant which serves as vanity of the color under arbitrary lighting conditions, and the same vanity from the calculated tristimulus values by the color adaptation prediction formula. Thus, while presuming the spectral reflectance of ***** and calculating the tristimulus values of ***** under arbitrary lighting conditions, expression becomes possible enough like the actual way of being visible about how whose color under different arbitrary lighting light is visible by predicting the correspondence color under the standard illuminant which serves as vanity of the color under arbitrary lighting conditions, and the same vanity from the calculated tristimulus values by the color adaptation prediction formula.

[0009] The simulation system of how whose color according to claim 2 is visible is characterized by providing the amendment correspondence color-correction means for the correspondence color predicted by the correspondence color prediction means according to the illuminance of ***** in the simulation system of how whose color according to claim 1 is visible. thus, the correspondence color predicted by the correspondence color prediction means -- the illuminance of ***** --

responding -- an amendment -- corresponding to change of the illuminance of a sunny place, the shade, etc., expression becomes possible enough like the actual way of being visible by things about how whose color is visible

[0010] The simulation system of how whose color according to claim 3 is visible is characterized by providing the database means which accumulated the lighting condition data of two or more lighting light which makes arbitrary lighting conditions selectable in the simulation system of how whose color according to claim 1 or 2 is visible. It can set up by this choosing arbitrary lighting conditions from a database.

[0011] The simulation system of how whose color according to claim 4 is visible is characterized by providing a RGB conversion means to change into a RGB value from the tristimulus values of a correspondence color in a claim 1 or the simulation system of a way whose color of a publication is visible 3 either. Thereby, a display becomes possible about how whose color is visible to a color display.

[0012]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of 1 operation of the simulation system of a way which is visible is explained with reference to a drawing.

[0013] Drawing 2 shows a system-wide block diagram, 11 is a computer apparatus and a color display 12, a color printer 13, and the input section 14 are connected to this computer apparatus 11, respectively. A color display 12 controls in 256 stages about R (RED), G (GREEN), and B (BLUE), respectively, and full color type CRT with the power of expression of 16,770,000 complementary colors by the combination is used. The input section 14 is equipped with the keyboard, the mouse, the digitizer, etc.

[0014] The computer apparatus 11 is equipped with the following function as software. The function of a spectral-reflectance presumption means to presume the spectral reflectance of ***** from the principal component extracted from the spectral-reflectance data of a standard color chart by the principal-component-analysis method, and the tristimulus values of *****. The function of a tristimulus-values calculation means to calculate the tristimulus values of ***** under arbitrary lighting conditions from the presumed spectral reflectance and arbitrary lighting conditions. The function of a correspondence color prediction means to predict the correspondence color under the standard illuminant which serves as vanity of the color under arbitrary lighting conditions, and the same vanity from the calculated tristimulus values by the color adaptation prediction formula. The correspondence color predicted by the function of a correspondence color prediction means is responded to the illuminance of ***** , and it is the function of an amendment correspondence color-correction means. The function of a RGB conversion means to change into a RGB value from the tristimulus values of a correspondence color. The function of the database means which accumulated the lighting condition data of two or more lighting light which makes arbitrary lighting conditions selectable.

[0015] The database concerning [a database means] the following lighting light is created beforehand. ** CIE daylight illuminant, ** Nagaoka daylight, ** Amagasaki daylight, ** New Delhi daylight, ** fluorescent lamp (F1-F12), ** mercury lamp, ** arbitrary light source.

[0016] Next, the simulation of a way whose color of ***** (body) which it is going to express to a color display 12 is visible is explained with reference to the flow chart of drawing 1 .

[0017] First, the tristimulus values XYZ of the color of ***** are inputted from the input section 14 (Step 1).

[0018] In addition, as the input method, it is possible also at MANSSEN value hyperventilation/C (a hue and lightness / saturation) (from hyperventilation/C specified to the display by JISZ8721 color-specification method -3 attribute, and Y and xy, interpolation conversion is carried out in graph and it asks), and a hue number (for example, 5), a hue sign (for example, R), lightness (for example, 5.2), and saturation (for example, 14.5) are used for the input. In this case, a computer apparatus 11 is equipped with the function of a conversion means to calculate tristimulus values XYZ, from this reflection factor Y and a chromaticity xy while it asks for a reflection factor Y and a chromaticity xy from inputted hyperventilation/C.

[0019] Next, the spectral reflectance of ***** is presumed (Step 2).

[0020] In addition, the purpose which presumes the spectral reflectance of this ***** presumes the spectral reflectance of ***** , in order to calculate the tristimulus values at the time of illuminating with lighting light which is the tristimulus values XYZ of ***** inputted, and a value according [MANSSEN value hyperventilation/C] to a standard illuminant C (or D65), and is different in the ***** .

[0021] Principal component analysis is performed to the data constellation of the color chart (for example, JIS conformity standard color chart) with which the spectral reflectance is given, and main principal components are extracted. When the extracted principal component is used, the spectral reflectance of a color chart is the following formula (1) as linear combination of a principal component. It defines.

[0022]

[Equation 1]

$$\rho(\lambda) = R_0(\lambda) + \sum k_i R_i(\lambda) \quad (1)$$

ここで、

$\rho(\lambda)$: 色票の分光反射率

$R_0(\lambda)$: 色票データ群の平均分光反射率

$R_i(\lambda)$: 主成分の固有ベクトル

k_i : 色票の三刺激値によって決まる重み係数

Formula (1) The tristimulus values of a shell and a color chart are the following formulas (2). It defines.

[0023]

[Equation 2]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \sum k_i \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで、

$$\begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} = \sum S(\lambda) R_0(\lambda) \begin{pmatrix} x(\lambda) \\ y(\lambda) \\ z(\lambda) \end{pmatrix} \Delta\lambda$$

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} = \sum S(\lambda) R_i(\lambda) \begin{pmatrix} x(\lambda) \\ y(\lambda) \\ z(\lambda) \end{pmatrix} \Delta\lambda$$

ただし

$S(\lambda)$: 標準の光 C の相対分光分布の値

$x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$: CIE 1931 測色標準観測者の値

$\Delta\lambda$: 積和の波長間隔で、原則として 5 nm

X_0 Y_0 and Z_0 and -- since X_i ($i=1-3$), Y_i ($i=1-3$), and Z_i ($i=1-3$) can be calculated by calculation from the average spectral reflectance R_0 and (λ) characteristic vector R_i which are obtained from principal component analysis (λ) -- weight -- Counting k_i ($i=1-3$) -- the following formula (3) It asks.

[0024]

[Equation 3]

$$\begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} - M^{-1} \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

ここで、

$$M = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 & X_3 \\ Y_1 & Y_2 & Y_3 \\ Z_1 & Z_2 & Z_3 \end{pmatrix}$$

Therefore, spectral-reflectance $\rho'(\lambda)$ of the color to which the tristimulus values XYZ or hyperventilation/C of ***** is given even when the spectral reflectance of ***** is strange is a formula (1). It can presume.

[0025] In addition, as an example using the JIS conformity standard color chart, there is "analysis of a spectral-reflectance distribution of Munsell color charts" (a Japanese color society magazine and Vol.7 No.4 1983 pp 167-174).

[0026] Next, the lighting conditions of ***** are inputted (Step 3).

[0027] In this system, the database about the following lighting light is created beforehand. ** CIE daylight illuminant, ** Nagaoka daylight, ** Amagasaki daylight, ** New Delhi daylight, ** fluorescent lamp (F1-F12), ** mercury lamp, ** arbitrary light source.

[0028] ** About the daylight of **, while choosing the kind of daylight data, the relative spectral distribution S_r of lighting light (λ) is set up by inputting a chromaticity coordinate or correlated color temperature. ** About a fluorescent lamp, the relative spectral distribution $S_r(\lambda)$ which is known is set up by choosing from 12 kinds of fluorescent lamps. ** The relative spectral distribution $S_r(\lambda)$ which is known is set up by selection of a mercury lamp. ** About lighting light other than **, a relative spectral distribution $S_r(\lambda)$ is set up by creating data and carrying out the direct input of the relative spectral distribution S_r of lighting light (λ) as the ** arbitrary light source.

[0029] Next, vanity of the color of ***** under different lighting is predicted. In this prediction, the tristimulus values under arbitrary lighting (specification lighting) are calculated first (Step 4), next the correspondence color by the color adaptation prediction formula is predicted based on the calculated tristimulus values (Step 5). In addition, a correspondence color is a value under a standard illuminant C (or D65), and predicts the correspondence color under the standard illuminant C (or D65) which becomes the same vanity as the vanity of the color under the specified lighting conditions. Such processing is performed in order to think as compared with how under a standard illuminant C (or D65) to be visible.

[0030] The tristimulus values under specification lighting (test lighting in a color adaptation prediction formula) search the lighting light corresponding to the lighting conditions of specified ***** from a database, and calculate it from the relative spectral distribution and the compound spectral reflectance. Namely, the aforementioned formula (1) Tristimulus values XR

YR ZR under [the relative spectral distribution $S_r(\lambda)$ of the lighting light by which an input setup was carried out with presumed spectral-reflectance $\rho'(\lambda)$ to] specification lighting It asks by the following formula (4).

[0031]

[Equation 4]

$$\begin{pmatrix} X_r \\ Y_r \\ Z_r \end{pmatrix} = \sum S_r(\lambda) \rho'(\lambda) \begin{pmatrix} x(\lambda) \\ y(\lambda) \\ z(\lambda) \end{pmatrix} \Delta\lambda \quad (4)$$

ここで、

X_r 、 Y_r 、 Z_r : 指定照明下 (色順応予測式での試験照明) における三刺激値

$\rho'(\lambda)$: JIS標準標準色票の主成分分析の結果を用いて推定した分光反射率

$x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$: CIE1931測色標準観測者の値

Prediction of the correspondence color by the color adaptation prediction formula is the tristimulus values XR YR ZR under specification lighting. And a correspondence color [in / a standard illuminant C and criteria illuminance 1000lx / for an illuminance value] is presumed by the CIE color adaptation formula as a parameter of a color adaptation formula.

[0032] For example, when it is referred to as the tristimulus values $X=72.76$ of *****, $Y=73.37$, and $Z=71.11$ and is referred to as the chromaticity $x=0.3588$ of test lighting, $y=0.3397$, color temperature =4415K, and illuminance 50000lx, The tristimulus values under test lighting are formulas (4). It asks with $X_r=79.40$, $Y_r=73.91$, and $Z_r=53.40$. Moreover, prediction of the correspondence color under criteria lighting (a standard illuminant C, illuminance 1000lx) is called for with $X'=148.44$, $Y'=146.01$, and $Z'=130.37$ by the CIE color adaptation formula.

[0033] Next, the correspondence color in consideration of imperfect adaptation is amended (Step 6).

[0034] The every day which is observed in many cases simultaneously, even if a sunny place and the shade have entered and adapted themselves into the shade on the scene, since they are influenced [white] of a sunny place, a shady color is darker and, as for this, they are evaluated (reverse, when having adapted oneself in the sun). The correspondence color of the white in a sunny place and the shade is predicted, and, in a sunny case, in the case of the shade, a shady value is amended as white under adaptation by the sunny value from this.

[0035] That is, in order to make it make in agreement with the actually observed perceived color the correspondence color in the situation that a sunny place and the shade are observed simultaneously, in case it changes into a CIELAB color coordinate system from a sunny correspondence color (X' , Y' , Z'), it is amended by using the correspondence color of the shady perfect diffuse surface as white.

[0036] Here, Example 1 about amendment of a correspondence color is explained.

[0037] It is referred to as the tristimulus values $X=72.76$ of *****, $Y=73.37$, and $Z=71.11$, is referred to as the chromaticity $x=0.3588$ of test lighting (sunny place), $y=0.3397$, color temperature =4415K, and illuminance 50000lx, and is referred to as the chromaticity $x=0.3266$ of test lighting (shade), $y=0.3205$, color temperature =5797K, and illuminance 8500lx.

[0038] It will be set to $X'=148.44$, $Y'=146.01$, and $Z'=130.37$ if the correspondence color of the test lighting (sunny place) of ***** is predicted.

[0039] It will be set to $X_n'=148.44$, $Y_n'=146.01$, and $Z_n'=130.37$ if the correspondence color of the test lighting (shade) of the perfect diffuse surface is predicted (however, a chromaticity is treated as the same as test lighting (sunny place)).

[0040] It will be set to $L^*=94.83$, $a^*=5.76$, and $b^*=17.07$, if it amends with the illuminance of test lighting (shade) and the correspondence color of ***** is changed into a CIELAB color coordinate system.

[0041] If comparison with the perceived color observed by the practice of ***** is carried out, it will become as it is shown in the next table 1. In addition, the observation by the feeling of ** changes the subjectivity evaluation result based on the NCS color coordinate system into the value of CIELAB by diagrammatic conversion.

[0042]

[Table 1]

観測値	$L^* = 95.86$	$a^* = 5.40$	$b^* = 6.07$	
対応色未補正	$L^* = 84.35$	$a^* = 5.22$	$b^* = 15.46$	$\Delta E^* = 14.9$
対応色補正	$L^* = 94.83$	$a^* = 5.76$	$b^* = 17.07$	$\Delta E^* = 11.1$

Therefore, the case where a correspondence color is amended becomes a nearer value to the perceived color observed by the practice of ***** compared with the case where it is not carrying out.

[0043] Moreover, Example 2 about amendment of a correspondence color is explained.

[0044] It is referred to as the tristimulus values $X=62.10$ of *****, $Y=61.37$, and $Z=75.00$, is referred to as the chromaticity $x=0.3588$ of test lighting (sunny place), $y=0.3397$, color temperature =4415K, and illuminance 50000lx, and is referred to as the chromaticity $x=0.3266$ of test lighting (shade), $y=0.3205$, color temperature =5797K, and illuminance 8500lx.

[0045] It will be set to $X'=119.33$, $Y'=112.64$, and $Z'=143.13$ if the correspondence color of the test lighting (sunny place) of ***** is predicted.

[0046] It will be set to $X_n'=164.19$, $Y_n'=167.42$, and $Z_n'=197.93$ if the correspondence color of the test lighting (shade) of the perfect diffuse surface is predicted (however, a chromaticity is treated as the same as test lighting (sunny place)).

[0047] It will be set to $L^*=85.65$, $a^*=11.42$, and $b^*=-4.27$, if it amends with the illuminance of test lighting (shade) and the correspondence color of ***** is changed into a CIELAB color coordinate system.

[0048] If comparison with the perceived color observed by the practice of ***** is carried out, it will become as it is shown in the next table 2. In addition, the observation by the feeling of ** changes the subjectivity evaluation result based on the NCS color coordinate system into the value of CIELAB by diagrammatic conversion.

[0049]

[Table 2]

観測値	$L^* = 96.06$	$a^* = 6.23$	$b^* = 1.83$	
対応色未補正	$L^* = 76.04$	$a^* = 10.34$	$b^* = -3.86$	$\Delta E^* = 21.2$
対応色補正	$L^* = 85.65$	$a^* = 11.42$	$b^* = -4.27$	$\Delta E^* = 13.1$

Therefore, the case where a correspondence color is amended becomes a nearer value to the perceived color observed by the practice of ***** compared with the case where it is not carrying out.

[0050] Next, conversion to RGB from the tristimulus values of ***** based on the vanity of a color is performed (Step 7).

[0051] XR YR ZR of the three-primary-colors fluorescent substance of the color display 12 when adjusting a white balance so that it may be in agreement with the chromaticity of a standard illuminant C (or D65), XG YG ZG, and XB YB ZB It measures by the spectroradiometer. Measured YR, YG, and YB It scales so that the sum may be set to 100.

[0052] gammaR which is the luminescence brightness corresponding to the luminescence control signal of a color display 12, gammaG, and gammaB It measures by the spectroradiometer and a luminescence control signal-luminescence brightness property (gamma characteristics) is searched for.

[0053] The following formula (5) gammaR corresponding to the given tristimulus values, gammaG, and gammaB It asks by calculation.

[0054]

[Equation 5]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \gamma_R \\ \gamma_G \\ \gamma_B \end{pmatrix} \quad (5)$$

Formula (5) Called-for gammaR gammaG gammaB It asks for the luminescence control signal RGB of a color display 12 from the gamma characteristics of a color display 12.

[0055] As mentioned above, while presuming the spectral reflectance of ***** and calculating the tristimulus values of ***** under arbitrary lighting conditions the correspondence color which predicted the correspondence color under the standard illuminant which serves as vanity of the color under arbitrary lighting conditions, and the same vanity from the calculated tristimulus values by the color adaptation prediction formula, and was predicted -- the illuminance of ***** -- responding -- an amendment -- by things for example, when ***** is illuminated with the lighting light which has the same relative part luminous-radiation luminance distribution When illuminated with the lighting light which can display that the way when an illuminance is high looks vivid, and is changing with time or the weathers like the daylight How whose color under arbitrary lighting light which could display that it did not change like the grade of change of the relative part luminous-radiation luminance distribution of lighting light, therefore is different is visible can fully be expressed like the actual way of being visible.

[0056]

[Effect of the Invention] While according to the simulation system of how whose color according to claim 1 is visible presuming the spectral reflectance of ***** and calculating the tristimulus values of ***** under arbitrary lighting conditions By predicting the correspondence color under the standard illuminant which serves as vanity of the color under arbitrary lighting conditions, and the same vanity from the calculated tristimulus values by the color adaptation prediction formula, how whose color under different arbitrary lighting light is visible can fully be expressed like the actual way of being visible.

[0057] the effect of the simulation system of a way which is visible according to the simulation system of how whose color according to claim 2 is visible -- in addition, the correspondence color predicted by the correspondence color prediction means -- the illuminance of ***** -- responding -- an amendment -- things can fully express how whose color is visible like the actual way of being visible corresponding to change of the illuminance of a sunny place, the shade, etc.

[0058] the effect of the simulation system of a way which is visible according to the simulation system of how whose color according to claim 3 is visible -- in addition, by providing the database means which accumulated the lighting condition data of two or more lighting light which makes arbitrary lighting conditions selectable, the lighting conditions which are arbitration

are chosen from a database, and it can set up easily

[0059] According to the simulation system of how whose color according to claim 4 is visible, how whose color is visible to a color display can be displayed by providing a RGB conversion means to change into a RGB value from the tristimulus values of a correspondence color in addition to a claim 1 or the effect of the simulation system of a way which is visible 3 either.

[Translation done.]